

Enseigner les mathématiques à l'ère du numérique

Séminaire numérique
en direction des cadres et formateurs du premier et second degré,
des IEN TICE et des eRuns de l'académie

ESPÉ Fondettes
Jeudi 13 septembre 2018

Jean-Louis DURPAIRE
IGEN honoraire



La culture mathématique

La culture mathématique évaluée dans PISA est définie comme "l'aptitude d'un individu à identifier et comprendre le rôle des mathématiques dans le monde, à porter des jugements fondés à leur propos et à s'engager dans des activités mathématiques en fonction des exigences de sa vie, en tant que citoyen constructif, impliqué et réfléchi".

La définition OCDE de la numératie

La numératie est la capacité à utiliser, appliquer, interpréter et communiquer des informations et des idées mathématiques. Il s'agit d'une compétence essentielle à une époque où les individus rencontrent, de plus en plus souvent, un large éventail d'informations quantitatives et mathématiques dans leur vie quotidienne. La numératie est une compétence parallèle à la compréhension de l'écrit, et il est important d'évaluer comment ces compétences interagissent car elles sont réparties différemment selon les sous-groupes de la population.

LOI du 8 juillet 2013 pour la refondation de l'école de la République

Art 4 : « [La formation] prépare à l'éducation et à la formation tout au long de la vie. »

« Elle développe les connaissances, les compétences et la culture nécessaires à l'exercice de la citoyenneté dans **la société contemporaine de l'information et de la communication.**

Elle favorise l'esprit d'initiative. »

Du S3C (2006) au S4C (2015)

S3C

1. La maîtrise de la langue française
2. La pratique d'une langue vivante étrangère
3. Les compétences de base en mathématiques et la culture scientifique et technologique
4. La maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication (TIC)
5. La culture humaniste
6. Compétences sociales et civiques
7. Autonomie et initiative des élèves

<http://media.education.gouv.fr/file/46/7/5467.pdf>



<http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competes.html>

Problèmes ouverts, situations-problèmes...

Etat de la réflexion

« Enfin, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle la résolution de problèmes pour chercher permettrait d'automatiser, chez les élèves, certains processus d'auto-validation de leurs résultats. Malheureusement, par manque de temps lors des séances de recherche, nous n'avons pas pu aborder cette notion et cette question demeure donc ouverte. **Cependant, bien que l'expérimentation que nous avons mise en place cette année se solde par un bilan mitigé, elle ne remet nullement en cause l'intérêt des problèmes ouverts....** » Vincent Dumonteil. Les problèmes ouverts: quels apports dans les apprentissages de la division au cycle 3. Education. 2014. Mémoire dirigé par : Jean Berky NGUALA, Professeur de Mathématiques, Centre de formation de Fondettes

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01132086/document>

La notion de problème est « brouillée »

L'enseignement des mathématiques au cycle 3 - Rapport IGEN - Jean-Louis Durpaire - juin 2006

www.education.gouv.fr/cid4172/l-enseignement-des-mathematiques-au-cycle-3-de-l-ecole-primaire.html?menu=4

"Une idée a peut-être eu de l'influence hélas, c'est l'idée que faire des mathématiques c'est résoudre des problèmes » Alain MERCIER, 2006

<http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/en-debat/le-repertoire-des-questions/ruthven/reponse-d-alain-mercier-inrp-france>

Plan

- 1. Faire des maths, c'est quoi ?**
- 2. Evaluer : de Timss aux nouvelles évaluations**
- 3. Maths d'hier, Maths d'aujourd'hui, Maths de demain (?)...**
- 4. Programmes d'hier, programmes d'aujourd'hui, programmes de demain (?)**
- 5. Des outils numériques multiples**

1. Faire des maths

Mots clés :

peur, angoisse, jeu, sérieux, plaisir, recherche...

Les maths : un jeu ?

- **Exemple 1** : Prenez votre code à 4 chiffres de carte bancaire. Multipliez ce nombre par 47, puis par 90. Enlevez 1967 du nombre obtenu. Vous obtenez un nouveau nombre que l'on appellera A. Faites la somme des chiffres de A. Vous obtenez un nombre B. Faites à nouveau la somme des chiffres de B. Recommencez jusqu'à obtenir un nombre à un seul chiffre. Ce nombre est ?

- **Exemple 2 : L'incroyable addition $1+2+3+4+\dots = -1/12$**

<https://www.youtube.com/watch?v=xqTWRtNDO3U&frags=wn> (chaîne Micmath de M. Launay)

<https://www.youtube.com/watch?v=vMnkmBCvGQc&frags=pl%2Cwn> (chaîne Science4All de Lê Nguyễn Hoàng)

Recommandées par Eduscol <http://eduscol.education.fr/maths/actualites/actualites/article/science4all.html>

- **Exemple 3. Jeu proposé dans une classe de CM2. Ecrivez avec des chiffres le plus grand nombre que vous savez lire.**

Vidéo Chaîne El Jj <https://www.youtube.com/watch?v=K3CahQtchal&frags=pl%2Cwn>

- **Une fiche-ressource sur Eduscol : les maths par les jeux**

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Maths_par_le_jeu/92/4/01-RA16_C3_C4_MATH_math_jeu_641924.pdf

- **Calculer vite : 25×25 ; 24×26 ; 41×39 ...**

Le jeu est un excellent moteur des apprentissages mathématiques

Jeux / Sérieux

- « Les jeux des enfants ne sont pas des jeux, et les faut juger en eux comme leurs plus sérieuses actions » (Montaigne)
- « Le jeu est sérieux. Il possède des règles sévères, il comporte des fatigues et parfois même mène jusqu'à l'épuisement. (...) Le jeu remplit chez l'enfant le rôle du travail chez l'adulte. » (J. CHATEAU : Le jeu chez l'enfant, introduction à la pédagogie, 6^e édition J. Urin, 1973)
- Pour PIAGET, des jeux à chaque stade de l'apprentissage : les jeux d'exercices, le jeu symbolique, jeux de construction, jeux de règle
- Guy BROUSSEAU introduit avec sa TSD des « jeux mathématiques formels » : « il fallait produire de vrais jeux, de vraies situations utilisables par les professeurs dans des classes et les étudier expérimentalement. »
https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/516813/filename/Le_double_jeu_de_l_enseignement_des_mathematiques.pdf

Exemple (le plus célèbre ?) : le jeu « qui dira vingt ? »

C'est un jeu à deux joueurs A et B qui choisissent alternativement des nombres. Chaque joueur n'a le droit d'ajouter que 1 ou 2 au nombre précédemment dit par son adversaire. Le premier dit 1 ou 2. Celui qui dit 20 a gagné la partie.

1 → 2 → 4 → 6 → 8 → 9 → 11 → 13 → 15.... → → 20

Jeux sérieux, *Edutainment*

- **Jeu sérieux** : « Application informatique, dont l'objectif est de combiner à la fois des aspects sérieux (Serious) tels, de manière non exhaustive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (Game). Une telle association a donc pour but de s'écarter du simple divertissement. »

Julian Alvarez. DU JEU VIDÉO AU SERIOUS GAME: Approches culturelle, pragmatique et formelle. Multimédia [cs.MM]. Université Toulouse, 2007. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01240683/document>

Edutainment : éducation par le jeu, ludo-éducation (par exemple dans les musées)

Didacticité des jeux

- « Il n'y a pas lieu non plus de vouloir inconsidérément remplacer des activités didactiques en classe par des «jeux» directement importés de l'extérieur. Le plus souvent, la réputation de didacticité de ces jeux est purement hypothétique ou au moins largement surévaluée. (...) »
- L'opinion répète que la pratique du jeu d'échec développerait les qualités mathématiques de ceux qui s'y livrent. **Mais je ne connais aucun sujet de mathématique qui serait mieux connu, pratiqué ou aimé après quelques heures de ce jeu, qu'après quelques heures de travail mathématique spécifique.** L'intérêt, pour elles-mêmes, des activités mathématiques périscolaires est assez grand pour qu'on les souhaite à nos jeunes gens. Leurs vertus éducatives sont évidentes et leurs effets sur la représentation populaire des mathématiques ou sur les relations de l'école avec son environnement sont bénéfiques. Il n'est pas utile de les parer en plus de vertus didactiques qu'elles n'ont probablement pas et de porter ainsi des armes aux détracteurs de l'école. »

Guy Brousseau (2010)

https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/516813/filename/Les_doubles_jeux_de_l_enseignement_des_mathematiques.pdf

Peut-on apprendre par le jeu?

« Sur le plan des résultats scolaires, les effets des approches basées sur les jeux ne sont pas si clairs, et certains effets observés restent assez faibles, en particulier en ce qui a trait à l'amélioration des performances en tout contexte. Cette forme d'apprentissage est avant tout une manière d'engager les élèves de manière ludique et de leur permettre d'apprendre par l'intermédiaire d'une expérience d'apprentissage positive. Ainsi, même si les performances scolaires ne sont pas toujours meilleures que celles obtenues avec des méthodes classiques qui ne visent pas l'engagement ludique, le jeu fait de l'école et de l'apprentissage une activité qui peut être plaisante et ludique, et ce, tout au long de la vie. En bref, on ne gagne pas plus à jouer si l'on tient compte uniquement des résultats, mais on gagne en rapports positifs au savoir et à l'expérience d'apprentissage. »

Source : http://www.contact.ulaval.ca/article_blogue/peut-on-apprendre-par-le-jeu/
Jeux numériques et apprentissages, Leslie Dumont, Sylvie Daniel, Sylvie Barma, Mariona Ferrer, 2017, Québec.

**Parmi les 21 recommandations
du rapport Villani-Torossian (12 février 2018)**

MATHÉMATIQUES: EFFICACITÉ, PLAISIR ET AMBITION POUR TOUS

5. Les étapes d'apprentissage

Dès le plus jeune âge mettre en œuvre un apprentissage des mathématiques fondé sur

- la manipulation et l'expérimentation ;
- la verbalisation ;
- l'abstraction.

6. Le cours

Rééquilibrer les séances d'enseignement de mathématiques : redonner leur place

- au cours structuré et à sa trace écrite ;
- à la notion de preuve ;
- aux apprentissages explicites.

7. Périscolaire et clubs

Encourager les partenariats institutionnels avec le périscolaire et favoriser le développement de ce secteur.

Recenser et pérenniser les clubs en lien avec les mathématiques (de modélisation, d'informatique, de jeux intelligents, etc.).

Rémunérer les intervenants et adapter les emplois du temps des enseignants.

**Parmi les 21 recommandations
du rapport Villani-Torossian (12 février 2018)**

NOMBRES ET CALCULS

11. Sens des nombres et des opérations

Cultiver le sens des quatre opérations dès le CP. L'enseignement effectif des grandeurs et mesures à l'école primaire vient soutenir le sens des nombres et des opérations.

12. Automatismes

Développer les automatismes de calcul à tous les âges par des pratiques rituelles (répétition, calculs mental et intelligent, etc.), pour favoriser la mémorisation et libérer l'esprit des élèves en vue de la résolution de problèmes motivants.

13. Paliers

Définir des paliers sur les bases des nombres et du calcul. S'assurer de la maîtrise obligatoire de ces fondamentaux par tous, en mesurant trois fois par an, les acquis des élèves sur un nombre limité d'items simples et standardisés.

L'ACTIVITÉ MATHÉMATIQUE

« L'activité mathématique passe par différentes phases. Parfois, il faut écrire ; il faut un tableau, du papier, un crayon. À d'autres moments, une activité physique automatique en silence comme la marche aide le cerveau à vagabonder. En ce qui me concerne, les instants trop rares de la découverte se présentent comme une succession de déclics : en quelques secondes, on passe de zéro à un dans la résolution d'un problème. Mais il y a énormément de fausses pistes ! »

JEAN-CHRISTOPHE YOCCOZ
(1959-2016),
Médaille Fields 1994

« La faculté qui nous apprend à voir, c'est l'intuition. Sans elle, le géomètre serait comme un écrivain qui serait ferré sur la grammaire, mais qui n'aurait pas d'idée. »

Henri Poincaré

2. Evaluer : de Timss aux nouvelles évaluations

Timss

L'enquête internationale *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) s'adressant au grade 4 (CM1 en France) place notre pays au dernier rang des pays européens qui y ont participé (35e sur 49 pays au total).



Pourquoi les résultats des écoliers français sont-ils si mauvais ?

Rapport Torossian-Villani

<http://cache.media.education.gouv.fr/file/Fevrier/19/0/>

[Rapport Villani Torossian 21 mesures pour enseignement des mathématiques 896190.pdf](#)

Hypothèse n°1 : Un enseignement des maths trop élitiste : le concept plutôt que le « pouvoir d'agir »

Depuis les années 80, l'ambition est de former d'abord à des concepts **avant de forger des outils pratiques qui donneraient du « pouvoir d'agir » aux élèves (le fameux *empowerment*).**

Exemple les notions de mesures de grandeurs.

Les recommandations officielles vont chercher à faire comprendre le « concept » de mesure ; avant de laisser les élèves utiliser des outils qui leur sont déjà familiers - des règles graduées, des rubans gradués, ...- , la démarche recommandée est de les faire passer par l'utilisation de divers outils (des bandes de papier, des bâtonnets, etc.) avec le louable souci de les conduire à cette idée d'unité conventionnelle ; c'est intéressant et riche, mais cela prend du temps... et échappe à une majorité d'élèves qui font les manipulations sans bien comprendre où l'on va.

Le temps passé à l'appropriation du concept est amputé sur celui de la connaissance des mesures pratiques, à l'entraînement au mesurage pratique...

Hypothèse n° 2 . La démarche d'enseignement des maths à l'école élémentaire est focalisée trop fortement sur une des composantes de l'activité mathématique : « chercher » .

En maths, chercher est fondamental. Jusqu'en dans les années 70, où l'on apprenait des maths à l'école sans vraiment avoir l'occasion de se confronter à des situations de recherche. Heureusement, les IREM et l'équipe de l'INRP (ERMEL) sont venus donner cette impulsion nécessaire. Mais en bien des lieux, on a oublié d'autres dimensions tout aussi essentielles comme **Modéliser** qui à l'école élémentaire consiste par exemple à comprendre que des situations de la vie courante se traitent en faisant appel à l'addition, à la soustraction, à la multiplication, à la division, à la proportionnalité... Ces modèles s'apprennent , s'exercent, se mémorisent... Les sciences cognitives, mais aussi d'autres recherches en mathématiques par exemple, nous apportent nombre d'enseignements et doivent conduire à rectifier les démarches pédagogiques. Depuis plus de dix ans, **Denis Butlen** par exemple rappelle l'importance des automatismes dans les apprentissages ; il ne dissocie pas le sens des opérations et les techniques. D'autres comme **Gérard Sensevy** soulignent l'importance des compositions-décompositions des nombres. Leurs propositions fondent un enseignement des mathématiques explicite, concret, actif.

Hypothèse n° 3 : des notions enseignées trop tardivement. L'exemple des fractions

Les évaluations nationales réalisées de 2009 à 2013 ont confirmé que plus une notion était abordée tôt, mieux elle était maîtrisée par les élèves.

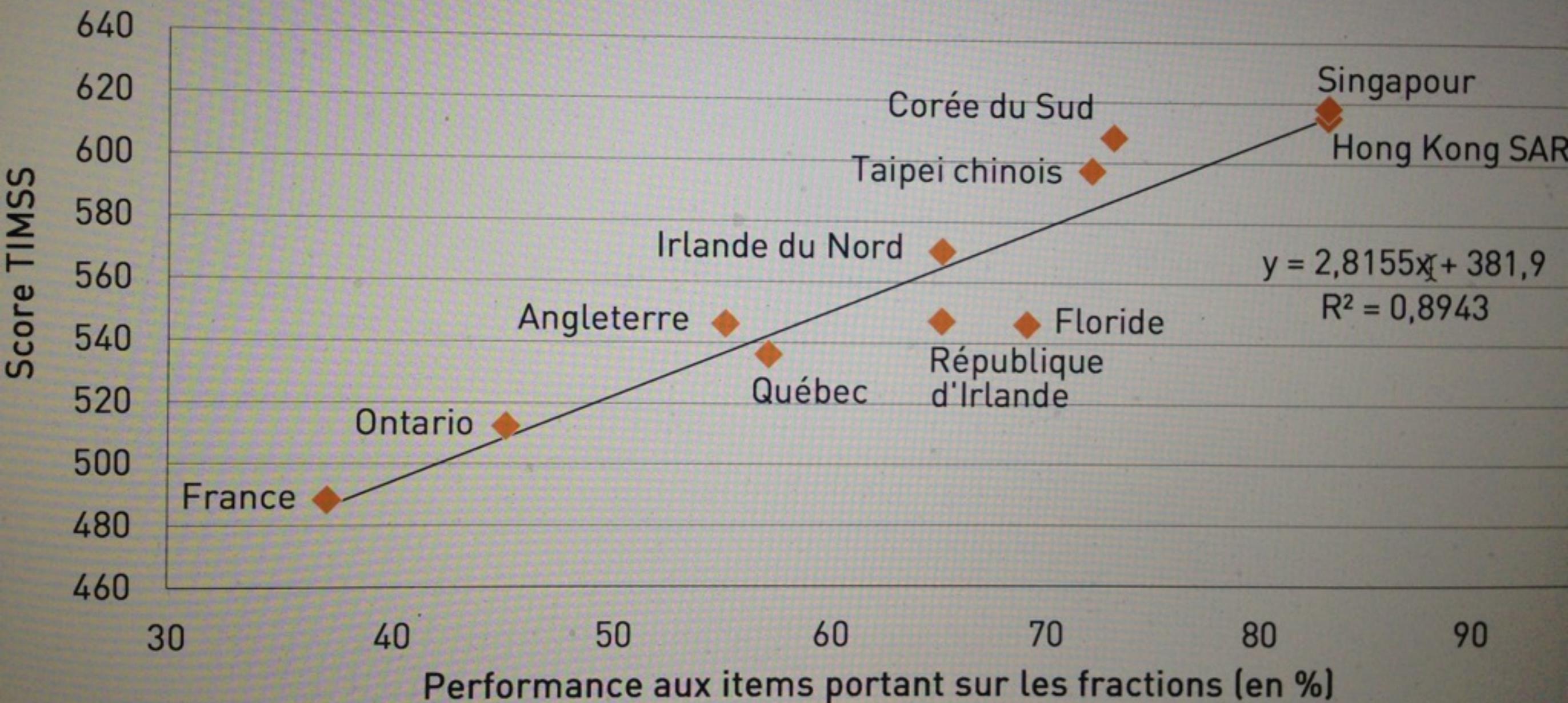
L'enquête Timss propose par exemple des questions où les fractions interviennent (Un exemple : Tom a mangé $\frac{1}{2}$ du gâteau, Jane $\frac{1}{4}$ du gâteau. Quelle part ont-ils mangé ensemble ?) Les élèves français sont en difficulté car les fractions sont introduites tardivement, au moins deux ans après les Etats-unis. Les fractions $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ sont pourtant simples ; les enfants les rencontrent dans leur vie quotidienne ; la formalisation scolaire vient trop tardivement.

PROGRAMMES SCOLAIRES ET APPRENTISSAGE DE LA NOTION DE FRACTION À L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE

Quelques enseignements tirés de TIMSS 2015
Education et Formation n° 94. Sept. 2017

http://cache.media.education.gouv.fr/file/revue_94/44/2/depp-EF94-2017-mathematiques-resultats-TIMSS-2015_819442.pdf

Figure 1 Corrélation entre le score TIMSS et la performance aux items portant sur les fractions



Plus tôt le moment de l'évaluation, plus les performances sont

↳ **Tableau 3** Corrélation entre la précocité de l'enseignement des fractions et la performance au test

Pays ou province	Début de l'enseignement (année)	Performance moyenne
Angleterre	2	55 %
Corée du Sud	2	73 %
Floride	3	69 %
France	4	37 %
Hong Kong SAR	3	83 %
Irlande du Nord	2	65 %
Ontario	2	45 %
Québec	1	57 %
République d'Irlande	3	65 %
Singapour	2	83 %
Taipei chinois	2	72 %

« Selon les manuels, les fractions peuvent être abordées en octobre comme en février. »

Selon les manuels, les notions ne sont pas abordées au même moment de l'année.

L'exemple : un manuel de CM1 introduit les fractions en octobre et leur consacre 8 séances, alors qu'un autre manuel les introduit en février et leur consacre 21 séances.

« Selon les manuels, les fractions peuvent être abordées en octobre comme en février. »

Maryvonne Priolet, maître de conférences à l'Université de Reims

Aborder tardivement et rapidement une notion difficile à maîtriser pour les élèves peut nuire à leur apprentissage.

Conférence de consensus sur le Nombre

<http://www.cnesco.fr/fr/numeration/manuels-scolaires/>

Les maths au brevet des collèges en 2018.

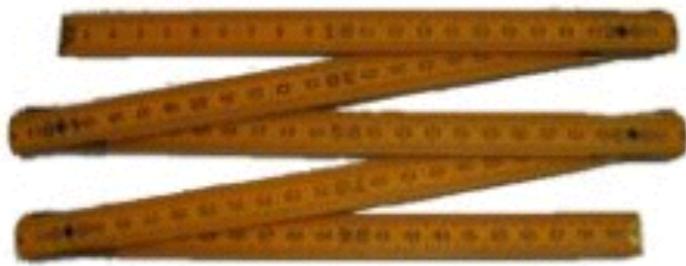
Que cherche-t-on à évaluer ? Quelles connaissances ? Quelles compétences ?

Sujet (Métropole-Réunion) - Série générale

https://www.apmep.fr/IMG/pdf/Brevet_annee_2018.pdf

3.
Maths d'hier,
maths d'aujourd'hui,
...

Mesurer des longueurs



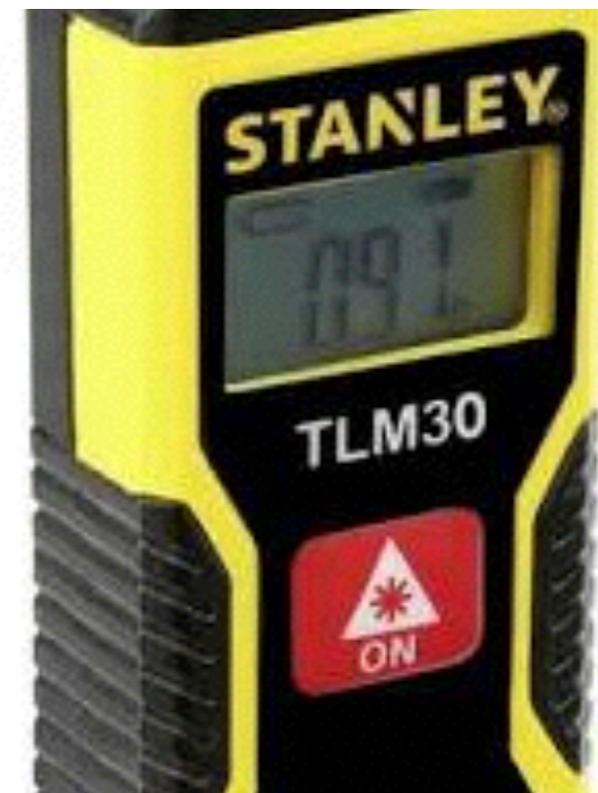
le mètre pliant
1 à 2 mètres



le mètre ruban de
couturière
1 à 2 mètres



le mètre ruban à
enrouleur
1 à 20 mètres



Condorcet

Rapport sur l'éducation devant la Convention

21 avril 1792

- « on placera une école primaire dans tous les arrondissements où se trouveront des villages éloignés de plus de mille toises, d'un endroit qui renferme quatre cents habitants. On enseignera dans ces écoles, à lire, à écrire, ce qui suppose nécessairement quelques notions grammaticales; on y joindra les règles de l'arithmétique, des méthodes simples de mesurer exactement un terrain, de toiser un édifice, une description élémentaire des productions du pays, des procédés de l'agriculture et des arts, le développement des premières idées morales et des règles de conduite qui en dérivent, enfin ceux des principes de l'ordre social qu'on peut mettre à la portée de l'enfance. »

Et en 2018, comment calcule-t-on? A la main ? Dans la tête ? A la machine ?

- **647 + 53 647 + 751**
- **999 999 + 1001**
- **782 - 83 782 - 192**
- **105 x 3 195 x3**
- **2016 : 4 2016 : 16**
- 10 objets coûtent 22 €. Combien coûtent 15 objets ?
- 1000 F Cfa valent 1,5€. Si je retire 30 000 fcfa, j'ai combien d'€?
- Les USA ont accueilli 80 000 réfugiés en 2016. Quel ratio par habitant ?

(population US = 320 Mh)

La gouvernance des algorithmes ou la **calculabilité** de nos vies

« Greffés nos écrans, les classements, palmarès, compteurs... pointe émergée de la calculabilité de nos vies ».

http://www.decite.fr/livres/a-quoi-revent-les-algorithmes-9782021279962.html?utm_source=affilae&utm_medium=affiliation&utm_campaign=revues#ae228

Dominique CARDON identifie 4 familles de calculs destinés à classer l'information:

- popularité : nombre de clics
- autorité : Page Rank
- réputation : réseaux sociaux (nombre de followers)
- prédiction comportementale (selon les traces laissées)

« Ce qui est subtil avec **la nouvelle gouvernamentalité algorithmique**, c'est qu'elle ne se laisse pas facilement décrire dans le vocabulaire disciplinaire de la censure ou de l'enfermement. Elle **installe plutôt un environnement qui guide sans obliger**. Comme Michel Foucault le décrivait à propos du néolibéralisme, il s'agit de gouverner les conduites, mais par la liberté et l'autonomie. »

http://www.liberation.fr/debats/2015/10/09/dominique-cardon-en-calculant-nos-traces-les-algorithmes-reproduisent-les-inegalites-entre-les-indiv_1400735

« **Dominique Cardon, À quoi rêvent les algorithmes. Nos vies à l'heure des big data, Paris, Le Seuil, 2015, 108 p.** »

Un rôle majeur des enseignants pour...

« L'enjeu de l'éducation se déplace avec cette même révolution numérique. La technologie digitale a un double visage comme toutes les technologies : elle a démultiplié nos possibilités et nos sources d'information, mais elle nous a aussi entraînés dans un monde d'incompréhension où **les élèves semblent incapables de se concentrer** plus de quelques minutes, inondés de messages et d'incitations au papillonnage. **Un rôle majeur des enseignants sera de leur apprendre à se concentrer, à écouter, à trier les sources avec un œil critique, à acquérir des savoir-faire bien plus que des savoirs...** »

Cédric Villani, professeur à l'Université de Lyon 1, Médaille Fields 2010.
Le 1 hebdo, Semaine du 10 septembre 2014 - N° 23

Des usages pédagogiques des Big data

- l'exemple de Mathador
- <http://www.mathador.fr/pdf/2016/flyer-efran.pdf>

La pensée computationnelle

Une compétence nécessaire pour chacun

- C'est penser de manière récursive
- C'est décomposer les problèmes
- C'est user de raisonnements heuristiques

BRUILLARD Éric (2012). Lire-écrire-computer : émanciper les humains, contrôler les machines. *In e-Dossier de l'Audiovisuel « Éducation aux cultures de l'information »*, INA.

<http://www.inasup.com/ressources/dossiers-de-laudiovisuel/les-e-dossiers-de-laudiovisuel/lire-ecrire-computer-emanciper->

Manuel 1, 2, 3 Codez

<http://www.fondation-lamap.org/fr/123codez>

exemple

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/34537/1-2-3-codez-espace-eleves>

Concours Castor

<http://castor-informatique.fr>

4. Programmes d'hier ...et d'aujourd'hui

1970 à 2015 : 8 programmes

1. **Arrêté du 2 janvier 1970** fixant le programme de mathématiques de l'enseignement élémentaire. http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Programmes_1970.pdf

2. **Arrêté du 18 mars 1977** : Objectifs et programmes du cycle préparatoire des écoles primaires http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Programmes_1977.pdf

Circulaire n° 77-266 du 2 août 1977 L'École maternelle

http://www.formapex.com/telechargementpublic/textesofficiels/1977_1.pdf?616d13afc6835dd26137b409becc9f87=28b357e9443f236ee78f5b1d15e46dc8

Arrêté du 7 juillet 1978 : Objectifs et programmes du cycle élémentaire des écoles primaires. http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Programmes_1978.pdf

Arrêté du 18 juillet 1980 : Objectifs, programmes et instructions pour le cycle moyen de l'école élémentaire http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Programmes_1980.pdf

3. **Arrêté du 15 mai 1985** : Programmes et instructions à l'école élémentaire http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Programmes_1985.pdf

Circulaire n° 86-046 du 30 janvier 1986 : Orientations pour l'école maternelle http://www.formapex.com/telechargementpublic/textesofficiels/1986_1.pdf

Les cycles à l'école primaire. **1991**: http://www.formapex.com/telechargementpublic/textesofficiels/1991_1.pdf

4. **Arrêté du 22 février 1995** publié au JO du 2 mars 1995 : PROGRAMMES POUR CHAQUE CYCLE DE L'ÉCOLE PRIMAIRE

5. **Arrêté du 25 janvier 2002** publié au BO HS n°1 du 14 février 2002 : PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCOLE PRIMAIRE

6. **Arrêté du 4 avril 2007** publié au hors-série n° 5 du 12 avril 2007. PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCOLE PRIMAIRE

7. **Arrêté du 9 juin 2008** publié au hors-série n° 3 du 19 juin 2008 : Programmes d'enseignement de l'école primaire

Arrêté du 21 novembre 2011 publié au BO du 5 janvier 2012 : PROGRESSIONS

Circulaire ministérielle du 18 juin 2014 : Recommandations pour la mise en œuvre des programmes http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?

4 périodes

- 1. Jusqu'en 1970 : « apprendre ce qu'il n'est pas permis d'ignorer »**
- 2. 1970 : assurer une approche correcte et une compréhension réelle des notions mathématiques**
- 3. 1977—>2002 : comprendre pour apprendre. On insiste sur « chercher ». On parle de « procédures personnelles », de « procédures expertes ».**
- 4. Depuis 2008 : la recherche d'un nouvel équilibre entre sens et technique, entre mémoire et découverte. On redonne une place forte aux « modèles ». Le calcul mental ... intelligence du calcul.**

Des nouveautés

- Education aux médias et à l'information : une partie de programmes, mais pas une nouvelle discipline
- L'informatique : une nouvelle discipline incluse dans deux plus anciennes (maths et technologie)

Les compétences majeures en maths :

Chercher, Modéliser, Calculer,

Représenter, Reasonner, Communiquer

La difficulté d'un problème dépend souvent de plusieurs variables

- Ex 1 : Dans le TGV, il y a 25 passagers dans le premier wagon et 32 passagers dans le deuxième wagon. Combien y a-t-il de passagers au total ?

Variables didactiques : nombre de passagers, nombre de wagons, montées /descentes... taille des nombres

- Ex 2 : Dans un TGV qui a 10 wagons, il y a 50 passagers dans chaque wagon. Combien y a-t-il de passagers au total ?

Variables didactiques : nombre de wagons/ voitures, nombre de passagers par wagon,

- Ex 3 : Combien un TGV Atlantique transporte-t-il de passagers par voiture en moyenne, s'il est complet ?

http://www.lmm.jussieu.fr/~lagree/DIVERS/klasse_de_mer/a_inklure/tanguyTGV/tgv.html

N.B. Le travail sur les 6 compétences (ou plusieurs d'entre elles) s'effectue souvent dans une même situation

Un exemple pour expliciter la notion de modèle

Pour chaque ligne, calculer le nombre de tulipes dans un massif :

- a) un massif de fleurs, formé de 60 tulipes rouges et 15 tulipes jaunes
- b) un massif de 60 rangées de 15 tulipes ;
- c) un massif de 60 fleurs, formé de tulipes et de 15 jonquilles ;
- d) 60 tulipes disposées en 15 massifs réguliers

Référence : Catherine Houdement. Connaissances cachées en résolution de problèmes arithmétiques ordinaires à l'école. 2011

<http://turing.scedu.umontreal.ca/Annales/documents/volume%2016/Houdement.pdf>

Chercher

C2 ; C3 ; C4

- **S'engager dans une démarche de résolution de problèmes en observant, en posant des questions, en manipulant, en expérimentant, en émettant des hypothèses, si besoin avec l'accompagnement du professeur après un temps de recherche autonome.**
- **Tester, essayer plusieurs pistes proposées par soi-même, les autres élèves ou le professeur.**
- **Prélever et organiser les informations nécessaires à la résolution de problèmes à partir de supports variés : textes, tableaux, diagrammes, graphiques, dessins, schémas, etc.**
- **S'engager dans une démarche, observer, questionner, manipuler, expérimenter, émettre des hypothèses, en mobilisant des outils ou des procédures mathématiques déjà rencontrées, en élaborant un raisonnement adapté à une situation nouvelle.**
- **Tester, essayer plusieurs pistes de résolution.**
- **Extraire d'un document les informations utiles, les reformuler, les organiser, les confronter à ses connaissances.**
- **S'engager dans une démarche scientifique, observer, questionner, manipuler, expérimenter (sur une feuille de papier, avec des objets, à l'aide de logiciels), émettre des hypothèses, chercher des exemples ou des contre-exemples, simplifier ou particulariser une situation, émettre une conjecture.**
- **Tester, essayer plusieurs pistes de résolution.**
- **Décomposer un problème en sous-problèmes.**

Modéliser

- **Utiliser des outils mathématiques pour résoudre des problèmes concrets, notamment des problèmes portant sur des grandeurs et leurs mesures.**
- **Réaliser que certains problèmes relèvent de situations additives, d'autres de situations multiplicatives, de partages ou de groupements.**
- **Reconnaitre des formes dans des objets réels et les reproduire géométriquement.**
- **Utiliser les mathématiques pour résoudre quelques problèmes issus de situations de la vie quotidienne.**
 - **Reconnaitre et distinguer des problèmes relevant de situations additives, multiplicatives, de proportionnalité.**
 - **Reconnaitre des situations réelles pouvant être modélisées par des relations géométriques (alignement, parallélisme, perpendicularité, symétrie).**
 - **Utiliser des propriétés géométriques pour reconnaitre des objets**
- **Reconnaitre des situations de proportionnalité et résoudre les problèmes correspondants.**
- **Traduire en langage mathématique une situation réelle (par exemple à l'aide d'équations, de fonctions, de configurations géométriques, d'outils statistiques).**
- **Comprendre et utiliser une simulation numérique ou géométrique.**
- **Valider ou invalider un modèle, comparer une situation à un modèle connu (par exemple un modèle aléatoire).**

L'importance des modèles est soulignée dans les programmes

C2 : « Résoudre des problèmes issus de situations de la vie quotidienne ou adaptés de jeux portant sur des grandeurs et leur mesure, des déplacements sur une demi-droite graduée..., conduisant à utiliser les quatre opérations.

- Sens des opérations.
- Problèmes relevant des **structures** additives (addition/soustraction).
- Problèmes relevant des **structures** multiplicatives, de partages ou de groupements (multiplication/division)

Modéliser ces problèmes à l'aide d'écritures mathématiques.

C3 : « Résoudre des problèmes mettant en jeu les quatre opérations.

- Sens des opérations.
- Problèmes relevant :
- des structures additives ;
- des structures multiplicatives.

Modéliser : la question du « recodage sémantique »

- **Inventer un problème de soustraction dont la solution est $8-3=5$ ”**

Paul (Léa) a 8 bonbons (billes, gâteaux, pommes, etc...). Il/Elle en donne (mange, perd, etc...) 3 à (pendant, etc...). **COMBIEN LUI EN RESTE-T-IL ?**

- **Des énoncés proches... Des difficultés différentes**

1/ Nicolas va en récréation avec 31 billes. Pendant la récréation, il perd 4 billes. **Combien de billes reste-t-il à Nicolas ? (16/20)**

2/ Nicolas va en récréation avec 31 billes. Pendant la récréation, il perd 27 billes. **Combien de billes reste-t-il à Nicolas ? (8/20)**

3/ Nicolas va en récréation avec 4 billes. Pendant la récréation, il gagne des billes et maintenant il en a 31. **Combien de billes Nicolas a-t-il gagnées ? (8/20)**

4/ Nicolas va en récréation avec 27 billes. Pendant la récréation, il gagne des billes et maintenant il en a 31. **Combien de billes Nicolas a-t-il gagnées ? (14/20)**

source : http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2015/11/16-Emmanuel-Sander_Jean-Francois-Richard.pdf

Calculer

- **Calculer avec des nombres entiers, mentalement ou à la main, de manière exacte ou approchée, en utilisant des stratégies adaptées aux nombres en jeu.**
 - **Contrôler la vraisemblance de ses résultats.**
 - **Calculer avec des nombres décimaux, de manière exacte ou approchée, en utilisant des stratégies ou des techniques appropriées (mentalement, en ligne, ou en posant les opérations).**
 - **Contrôler la vraisemblance de ses résultats.**
 - **Utiliser une calculatrice pour trouver ou vérifier un résultat.**
 - **Calculer avec des nombres rationnels, de manière exacte ou approchée, en combinant de façon appropriée le calcul mental, le calcul posé et le calcul instrumenté (calculatrice ou logiciel).**
 - **Contrôler la vraisemblance de ses résultats, notamment en estimant des ordres de grandeur ou en utilisant des encadrements.**
 - **Calculer en utilisant le langage algébrique (lettres, symboles, etc.).**

L'intelligence du calcul

Derrière les différentes formes de calcul (calcul mental, calcul posé, calcul en ligne, calcul instrumenté) dans les pratiques les plus routinières, se manifeste une intelligence, qu'il s'agisse :

- d'élaborer des procédures de calcul
- d'en automatiser certaines
- de les raffiner et de les prolonger
- de les hiérarchiser en fonction du calcul à effectuer
- de les contrôler

Calcul et raisonnement sont dialectiquement liés :
- tout calcul sollicite du raisonnement ;
- même automatisé, il supporte le raisonnement.

Programme C3 :

« Le calcul mental, le calcul posé et le calcul instrumenté sont à construire en interaction. »

« Ainsi, **le calcul mental est mobilisé dans le calcul posé** et il peut être utilisé pour **fournir un ordre de grandeur avant un calcul instrumenté.**

Réciproquement, le calcul instrumenté peut permettre de vérifier un résultat obtenu par le calcul mental ou par le calcul posé.

Le calcul, dans toutes ses modalités, contribue à la connaissance des nombres.

Ainsi, même si le calcul mental permet de produire des résultats utiles dans différents contextes de la vie quotidienne, son enseignement vise néanmoins

prioritairement l'exploration des nombres et des propriétés des opérations. Il

s'agit d'amener les élèves à s'adapter en adoptant la procédure la plus efficace

en fonction de leurs connaissances mais aussi et surtout en fonction des

nombres et des opérations mis en jeu dans les calculs. Pour cela, il est

indispensable que les élèves puissent **s'appuyer sur suffisamment de faits**

numériques mémorisés et de modules de calcul élémentaires automatisés.

De même, si la maîtrise des techniques opératoires écrites permet à l'élève

d'obtenir un résultat de calcul, la construction de ces techniques est l'occasion de

retravailler les propriétés de la numération et de rencontrer des exemples

d'algorithmes complexes. »

Les objectifs du calcul

Au-delà de la construction d'une certaine maîtrise de techniques de calcul

- Apprendre à l'élève à adapter ses procédures de calcul aux nombres et aux opérations en jeu dans le calcul (particulièrement vrai pour le calcul mental)
- Explorer les propriétés des nombres et des opérations (y compris à l'occasion de l'apprentissage des techniques de calcul posé)

Développer une posture d'adaptabilité notamment dans les calculs (et donc échapper à une posture de refuge dans des automatismes) nécessite l'installation d'automatismes (faits numériques, modules élémentaires)

Les automatismes permettent d'échapper à l'automatisme

Calcul de 32 x 25

$$32 \times 25 = (30 + 2) \times 25 = 30 \times 25 + 2 \times 25 = 750 + 50 = 800$$

$$32 \times 25 = 32 \times (100 / 4) = (32 / 4) \times 100$$

$$32 \times 25 = 8 \times 4 \times 25$$

Les 4 piliers des apprentissages : un « enseignement structuré et cohérent »

- **L'attention** : il faut « canaliser » l'attention de l'élève, éviter les doubles tâches (ex : des difficultés de lecture dans un exercice de maths)
- **L'engagement actif**. L'élève doit pouvoir tester ses propres connaissances le plus souvent possible.
- **Le retour d'information**. L'apprentissage se déclenche lorsqu'un signal d'erreur apparaît.
- **La consolidation** : installer des automatismes pour libérer des ressources en mémoire. Penser aux alternances sommeil- veille.

Stanislas Dehaene, professeur au Collège de France

https://www.college-de-france.fr/media/stanislas-dehaene/UPL4074101906544355845_Dehaene_GrandsPrincipesDeLApprentissage_CollegeDeFrance2012.pdf

<https://www.youtube.com/watch?v=vJG698U2Mvo>

« Comment fais-tu ? »
Un élément commun à toutes les théories pédagogiques

- permet à l'élève d'explicitier ses connaissances, ses démarches de résolution
- permet à l'élève de comprendre les attentes de l'enseignant
- permet à l'élève de comprendre ses cheminements cognitifs et donc de les mémoriser (métacognition)
- permet à l'enseignant de comprendre les erreurs
- permet à l'enseignant de construire les remédiations

Pratiques d'explicitation : écouter, observer les élèves au travail

- Circuler dans les rangs...
- S'arrêter auprès de chaque élève qui en a besoin (pas toujours les mêmes)
- Comprendre ce qu'il fait
- Repérer les erreurs éventuelles
- Les comprendre et surtout les faire comprendre, les rectifier, apporter les remédiations
- Ensuite, prévoir les consolidations
- Ensuite encore s'assurer que les bonnes procédures sont en place

**Pratiques d'explicitation :
développer la réflexion des élèves sur le sens de leur activité scolaire**

- L'étayage au cours de l'activité
- Le tutorat entre pairs
- Le journal des apprentissages

https://www.reseau-canope.fr/education-prioritaire/fileadmin/user_upload/user_upload/actualites/enseigner_plus_explicitelement_cr.pdf

Pratiques d'explicitation : l'auto-évaluation

- Proposer régulièrement aux élèves de tester leurs connaissances
- Proposer régulièrement aux élèves de tester leurs savoir-faire
- Leur faire prendre conscience de leurs progrès

Pratiques d'explicitation : faire comprendre les mécanismes et les rythmes de l'apprendre

- Permettre à certains de découvrir des éléments « avant la leçon »
- Permettre d'aller plus loin
- Comprendre le rôle du « travail à la maison »
- S'apercevoir du rôle du sommeil
- Comprendre l'effet de la répétition et de l'entraînement

Pratiques d'explicitation : comprendre la communication dans la classe

- Observer les communications entre élèves
- Observer les communications entre le maître et les élèves
- Varier les situations
- Communication orale, écrite
- Les affichages de la classe
- Les correspondances de la classe

Pratiques d'explicitation : comprendre les tâches à faire

- Des actions intellectuelles générales : chercher, comparer, trier, catégoriser, représenter, résumer, apprendre, communiquer...
- Des tâches spécifiques aux disciplines : calculer, effectuer,

Pratiques d'explicitation : faire comprendre la structure des leçons

- Les objectifs
- La réflexion collective
- La mise en oeuvre : travaux individuels ou en groupes
- La synthèse
- Le résumé de ce que l'on a étudié et que l'on doit retenir
- L'entraînement, l'application pour faciliter la mémorisation
- L'évaluation

5. Maths et numérique : exemples d'outils

S'exprimer ...via les medias sociaux

Vive l'imagination pédagogique !

- Qu'est-ce qu'une division ?

<http://youtu.be/HX0qNE2Xbe0>

[Source Luc Sindirian IEN Grenoble](#)

- A l'instar des Fondamentaux (Canopé)

- La video de Canopé

<https://www.youtube.com/watch?v=1d32xW-h7Cg>

« **Prismes et pyramides s'amuse**nt ».

Source Ecole de Begaar (Landes)

Fiche pédagogique

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Primaire/40/lettrenum/html/4/TablettesBégaar.pdf>



Nombre et Calcul, Mesures ...

<https://www.reseau-canope.fr/lesfondamentaux/accueil.html>

Calculat@ice <http://calculatice.ac-lille.fr/calculatice/>

<http://www.mathador.fr/index.php>

<http://www.informatique-enseignant.com>

Autour de la notion de classe inversée

<https://fr.khanacademy.org/math>

<https://fr.khanacademy.org/math/fr-third-grade-math/fr-calcul/soustraction/v/alternate-mental-subtraction-method>

<https://www.youtube.com/c/BSFEducation>

Lycées : Math en video (Sophie Guichard) <https://www.mathenvideo.fr>

Les jeux

Page Eduscol sur le jeu numérique <http://eduscol.education.fr/jeu-numerique/rubrique/1776>

Les jeux proposés par le laboratoire SPIN (Dehaene) <http://www.attrapenombres.com/an/home.php>

Programmation

- **Les ROB'O d'EVIAN** <https://dm1r.inria.fr/t/les-robo-devian-74-haute-savoie/334>
- **Des robots en classe (Genève)**
- <https://edu.ge.ch/site/desrobotsenclasse/category/thymio/activites-en-classe/>
- **Eduscol**
- https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Initiation_a_la_programmation/92/6/RA16_C2_C3_MATH_initiation_programmation_doc_maitre_624926.pdf

<http://eduscol.education.fr/primabord/jouer-au-robot-en-maternelle-avec-bee-bot>

<http://eduscol.education.fr/primabord/experimentation-avec-les-robots-beebot-en-gs>

<https://www.reseau-canope.fr/service/sinitier-a-la-programmation-avec-bee-bot-blue-bot.html> Travaux à l'EPFL : Pierre DILLEMBOURG SWARM CELLULO

<https://www.youtube.com/watch?v=CeSF6-75cY4>

- Les travaux de l'équipe Flowers (Bordeaux). Fil Twitter d'Emmanuel Page, CPD Gironde
https://twitter.com/manu_page

- Recherche ANR DALIE (menée en lien avec J.Beziat de l'univ-Limoges)

<http://colloque-etic.fr/media/pres/JB.pdf>

Enfin, une réflexion générale sur les rapports entre NUMERIQUE et APPRENTISSAGE

Conférence de André TRICOT, mars 2017

<http://webtv.ac-versailles.fr/spip.php?article1264>

Notre réponse

Approche par domaines

Nombres : comment les rendre concrets à l'ère du numérique

Calcul : pour une formation au calcul intelligent

Grandeurs et mesures : s'appuyer sur une instrumentation diversifiée

Géométrie : de nouveaux outils

Problèmes numériques : tirer parti de la diversité des situations offertes par le Web

Approche transversale

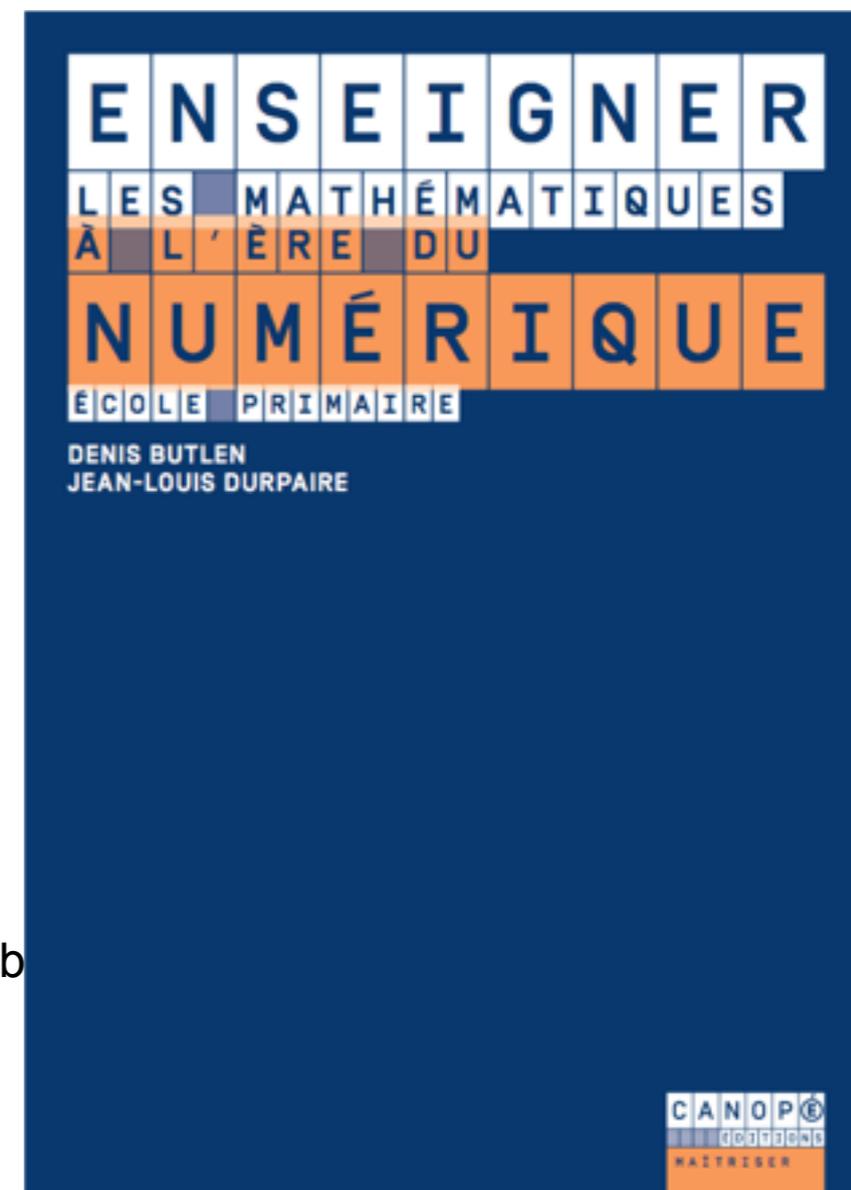
Mettre clairement l'évaluation dans une perspective de progrès des élèves

Prendre en compte les élèves en difficulté : passer de l'étude des difficultés des élèves à celle des élèves en difficulté

Renouveler les équipements numériques

Développer les ressources pédagogiques

Former les enseignants, trouver une complémentarité entre formation « en ligne » et formation « en présentiel »



Merci de votre attention

**et par avance de vos
réactions et questions**
jean-louis.durpaire@orange.fr